

*Collection*

**D**ocuments **S**ystèmes **A**graires

**N° 6**

**AMÉNAGEMENTS HYDRO-AGRIcoles  
ET SYSTÈMES DE PRODUCTION**

Actes du III<sup>ème</sup> Séminaire  
Montpellier 16 - 19 décembre 1986

**TOME II**



**Département Systèmes Agraires du CIRAD**

Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement

## *Collection Documents Systèmes Agraires*

*Cette collection a pour but de publier les études et travaux des chercheurs du Département des Systèmes Agraires du CIRAD ainsi que ceux effectués sous leur direction ou en collaboration avec le département.*

*Ces études et travaux peuvent être :*

- des compte-rendus de travaux de recherche entrepris sur les différents terrains où intervient le DSA,*
- des documents, rapports de mission, notes de synthèse, faisant le point sur des opérations de recherche sur les systèmes agraires ou de recherche-développement,*
- des mémoires et travaux de fin d'études apportant une contribution originale à la connaissance des systèmes agraires,*
- enfin des documents méthodologiques ou bibliographiques*

*Tous ces documents sont publiés sous la responsabilité de leurs auteurs.*

*Cette collection se veut avant tout un instrument de diffusion des travaux de base du DSA.*

*Elle vient compléter "les Cahiers de la Recherche-Développement", périodique ouvert à tous, en vue de faire connaître les expériences et les méthodes relatives aux recherches sur les systèmes agraires et aux opérations de recherche-développement.*

*Cette même collection est également complémentaire de la "Gazette des systèmes", bulletin de liaison du DSA, qui fournit des informations sur les activités du Département et diffuse une sélection de textes relatifs à la démarche systémique.*

*Collection*

# Documents Systèmes Agraires

N° 6

## AMÉNAGEMENTS HYDRO-AGRIcoles ET SYSTÈMES DE PRODUCTION

Actes du III<sup>ème</sup> Séminaire  
Montpellier 16 - 19 décembre 1986

TOME II



***Département Systèmes Agraires du CIRAD***

Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement

Avenue du Val de Montferrand - B.P. 5035  
34032 MONTPELLIER CÉDEX

Tél. 67.63.91.70  
Télex DSA 490 294 F



R. BERTRAND	Mises en valeur hydro-agricoles dans la moyenne vallée du Niger. Etude - Critiques - Propositions d'amélioration.	Mali	p. 401
F. GADELLE	Les aménagements de submersion contrôlée au Sahel.	Mali	p. 411
J.C. DEVEZE	Le projet maraîcher de Marabadiassa (Côte d'Ivoire) : les limites d'une politique d'aménagement volontariste.	Côte d'Ivoire	p. 421
R. RANDRIANA RISOA J.L. LANDRU	Relations entre systèmes de production et aménagements hydro-agricoles : les grands aménagements hydro-agricoles.	Madagascar Sénégal/Mali/	p. 431
C. ARDITI	Quelques réflexions socio-économiques sur la riziculture irriguée dans le Nord-Cameroun (SEMRY I et SEMRY II).	D-Cameroun	p. 435
M. BOURRAT	Les modèles d'équipement et de développement des aménagements hydro-agricoles et les changements de comportements des agriculteurs.		p. 445
D. RANDRIANAIVO F. RASOLO	Perception et participation paysannes au choix des alternatives techniques de la réhabilitation du périmètre PC 23. Lac Alaotra.	Madagascar	p. 451
Ch. BLANC-PAMARD	Autour du riz : le difficile face à face des paysans et de la SOMALAC dans la cuvette du lac Alaotra (Hautes terres centrales de Madagascar).	Madagascar	p. 461
J.J. PERENNES	La crise des modèles de mise en valeur sur les périmètres irrigables en Algérie : rationalité étatique et rationalités paysannes.	Algérie	p. 481
M. RAUNET	Environnements physiques et aménagements des terroirs rizicoles sur les hautes terres de Madagascar.	Madagascar	p. 489
J.M. HARMAND	Les plantations forestières irriguées dans la vallée du fleuve Sénégal. Expérience de Podor.	Sénégal	p. 505
<b>Annexes Atelier III</b>			
Th. RUF	Note sur la thèse de P.A. MOTHES, 1986. "Pimampiro's canal : adaptation and infrastructure in northern Ecuador".	Equateur	p. 511
H. RIBADENEIRA	L'Etat et l'irrigation en Equateur, histoire, problèmes actuels et exemple du système Laracunga - Salcedo - Ambato.	Equateur	p. 519

#### **IV. Les aménagements hydro-agricoles dans la vallée du fleuve Sénégal - Atelier IV**

S.M. SECK A. LERICOLLAIS	Synthèse des travaux		p. 527
-----------------------------	----------------------	--	--------

# Mises en valeur hydro-agricoles dans la moyenne vallée du Niger Etudes - Critiques - Propositions d'amélioration

R. BERTRAND

CIRAD/IRAT

## RESUME

*L'auteur étudie les aménagements hydro-agricoles du Delta du Moyen Niger. Dans le Delta Vif, il montre que les endiguements pour la riziculture en submersion contrôlée ne permettent pas de parer au risque majeur de sécheresse de la riziculture traditionnelle. Le recours limité à l'exhaure sur de petits périmètres lui paraît une solution pour sécuriser et diversifier les récoltes. Dans le Delta Mort, il montre que les onéreuses opérations de réhabilitation des périmètres ne sont pas une panacée et que le recours à l'exhaure animale est une solution permettant de corriger les inefficiences du réseau d'irrigation. Par ailleurs, il montre que l'absence de réseau de drainage a amené une dégradation importante des sols par alcalisation. Aussi lui semble-t-il indispensable qu'on réoriente les aménagements de réhabilitation vers la création d'un réseau de drainage vrai. Enfin, partant du besoin en terre exprimé par le développement sauvage des "hors-casiers", il estime que les paysans pourraient, de leur propre initiative, augmenter les superficies cultivées sous irrigation, à condition de réviser les actuelles relations agriculteurs-administration.*

"N'allons pas croire cependant qu'il suffit de disposer d'étendues de terres presque illimitées, et de quantités d'eau presque inépuisables, pour justifier l'installation de coûteux systèmes d'arrosage. Le développement de l'irrigation ne sera en effet possible sur le Niger qu'autant que l'on aura avantage à appliquer à des productions fructueuses ce mode de culture et que l'on trouvera des agriculteurs pour le pratiquer." (BELIME 1928 Science et Industries p. 52).

## I. INTRODUCTION

Les immenses potentialités de mise en valeur hydro-agricole des plaines alluviales de la moyenne vallée deltaïque du Niger ont été soulignées depuis le début du siècle. Mais entre les projets grandioses (quoique réalistes) de l'ingénieur BELIME (plus de 1 850 000 ha dans certains écrits (BELIME, 1921, p. 96) 900 000 dans les plus récents (BELIME, 1940, p. 113) et les réalisations (environ 50 000 ha) il existe une telle disparité

que l'on est amené à s'interroger sur les causes de cette disparité : Problèmes de milieu physique ? Problèmes humains ou socio-politiques ? Quels ont été les freins ? N'y avait-il pas des inconnues ou des problèmes d'évolution secondaire, des sols par exemple, qui expliquent ce décalage ?

Ces dernières années on assiste à une double évolution :

- dans la zone naturellement inondable ou Delta Vif mise en place d'aménagements sommaires dits de "submersion contrôlée",
- dans la partie occidentale, non inondable naturellement ou Delta Mort, de l'Office du Niger, au lieu de poursuivre l'aménagement de nouvelles terres on réhabilite les premiers périmètres.

Dans le Delta Vif on est en droit de se demander si les

aménagements sommaires de submersion contrôlée se justifient par une amélioration des récoltes et surtout par une sécurisation dans les conditions actuelles de sécheresse.

Dans le Delta Mort on peut se demander quels sont les buts de la réhabilitation et quelles en sont les bases techniques. Cette politique actuelle de réhabilitation, très coûteuse, est-elle bien conçue ? N'y a-t-il pas d'autre alternative, de solutions techniquement et socialement plus convenables ? Et au moment où la demande en terres irriguées est très forte, ne peut-on pas imaginer une participation plus active des milliers de candidats pour la mise en oeuvre de nouveaux périmètres, complémentaires aux actions de réhabilitation ?

Quelles seraient les conditions techniques et sociales de ces nouveaux modes de faire valoir dans les anciens et les nouveaux périmètres ?

## II. LE MILIEU

Le delta du moyen Niger est classiquement subdivisé en 2 ensembles, d'une part vers l'Est le Delta Vif fonctionnel, régulièrement inondé par la crue annuelle et d'autre part vers l'Ouest le Delta Mort qui n'est plus arrosé naturellement par la crue depuis une période relativement récente du quaternaire. Dans ce dernier il conviendrait de distinguer vers le Nord une zone lacustre (TRICAT 1965) à rapprocher du Fayoum égyptien à bien des égards (BELIME 1941 p 199) mais que nous excluons de nos préoccupations présentes.

### 1. Hydrographie

Le Niger est constitué par 2 fleuves successifs : le Dioliba qui naît dans les contreforts du Fouta Djallon et se terminait dans le lac Debo à l'extrémité aval d'un vaste delta dans lequel il reçoit un grand affluent, le Bani ; l'Issa Ber par lequel il s'écoule vers le Niger inférieur ou Kouarra qui reçoit les eaux de l'amont, par-dessus le seuil de Tossaye, depuis une époque géologique très récente.

Nous nous intéresserons ici à la partie deltaïque en amont du lac Debo. A l'entrée dans le Delta, le Niger se divise en plusieurs bras plus ou moins anastomosés entre-eux par des défluent transversaux.

En rive gauche à la hauteur de Segou et Sansanding sur sa rive gauche il envoyait :

- vers le Nord un grand émissaire, le Fala de Molodo qui après avoir rempli le lac de Sokolo (100 km plus au Nord) s'écoulait d'Ouest en Est le long d'une banquette gréseuse pour rejoindre finalement le Niger dans la zone des lacs en aval du Debo.

- vers l'Est il envoyait un autre défluent le Fala de San-

sanding qui se perdait dans le Macina.

Ces deux défluent ne fonctionnaient plus que de façon très épisodique lors de très fortes crues car obstrués par des dépôts. Les territoires environnants constituent les plaines alluviales du Delta Mort.

En rive droite, l'hydrographie est beaucoup plus complexe. Aux défluent diverses se surimpose la confluence du Niger et du Bani en aval de DJENNE. La crue pénètre les diverses plaines inondables par ce réseau de chenaux actifs. Cet ensemble constitue le Delta Vif du Moyen Niger.

### 2. Climat

Le climat est, dans l'ensemble, sahélien avec une variante sahélo-saharienne dans la région des lacs et le Méma. En moyenne ce climat est caractérisé par une saison pluvieuse estivale courte (3 à 4 mois) où la pluviosité est de l'ordre de 600 à 700 mm au Sud, 400 mm au Nord et 250 à 300 mm dans la région des lacs. La saison sèche, d'octobre à mai - juin inclus, peut-être subdivisée en 2 parties : une saison sèche froide (SSF) de novembre à mars (où des cultures de type tempéré : blé, orge... seraient possible sous irrigation et une saison sèche chaude ou plutôt torride d'avril à juin.

Outre la forte sécheresse de l'air pendant toute la saison sèche il y a lieu de souligner la fréquence de vents violents dont le pouvoir de déflation, d'érosion éolienne est considérable.

Dans ces conditions climatiques sahéliennes (plus accentuées encore depuis une quinzaine d'années) l'agriculture pluviale est très aléatoire.

Aussi, profitant de la succession dans le temps d'abord et des pluies tropicales puis de l'onde de crue, paysans et aménageurs ont conçu : soit une riziculture traditionnelle adaptée ; soit des aménagements hydro-agricoles très divers dans la conception, la sécurisation des récoltes et dans les niveaux de financement indispensables.

### 3. Hydrologie

Le débit moyen du Niger juste avant l'entrée dans le delta à Markala est considérable, tout à fait comparable à celui du Nil Bleu mesuré à Khartoum. Le régime hydrologique est marqué par une onde de crue qui débute en juin et atteint à Markala son maximum en septembre-octobre, pour revenir au début d'étiage vers la fin février. Pendant la période de culture de saison des pluies, qui va de juillet à novembre, les débits minimum observés ne sont jamais inférieurs à 900 m<sup>3</sup>/s pour un marnage minimum de 4 m, tandis que les débits les plus importants dépassent 7800 m<sup>3</sup>/s pour un marnage maximum un peu supérieur à 8 m. D'une ma-



nière schématique on peut admettre que les plaines du lit majeur commencent à être inondées dès que la hauteur des eaux est à 4 m au-dessus du niveau d'étiage et qu'elles sont en majeure partie inondées dès que ce niveau dépasse 5 m. Bien entendu chaque plaine a ses particularités (présence ou non de seuils dans les chenaux de crue - modelé, niveau local et proportion des cuvettes et des petites levées inondables...).

Ces quelques chiffres associés aux courbes des hauteurs d'eau en tête du delta permettent de voir qu'entre juillet et décembre-janvier, à condition d'élever l'eau sur 3 à 4 mètres, on pourrait irriguer des superficies considérables. En effet, dès que la crue est à 2 m au-dessus de l'étiage absolu, le débit dépasse 750 m<sup>3</sup>/s. Au cours des crues les plus faibles connues, ce niveau est atteint de mi-juillet à fin décembre. Par crue moyenne ce niveau est atteint de fin juin à fin décembre et entre mi-juillet et fin novembre le débit dépasse 1500 m<sup>3</sup>/s pour une hauteur de crue de plus de 3 m.

Le raisonnement suivi par BELIME au début du siècle a abouti à la création de l'Office du Niger, raisonnement étayé par la comparaison avec le Nil au Soudan où entre 1917 et 1937, 375 000 ha ont été mis en valeur dans la GERIZA (BELIME 1940). Cela a été concrétisé par l'édification du barrage de Sansanding et la dérivation du Niger vers d'anciens défluent : le fala de Molodo au nord vers les plaines du Delta Mort et le marigot de Boki-Wéré à l'est vers les plaines du Macina.

Avec le recul du temps ce raisonnement peut certes être nuancé mais il reste valable dans l'ensemble. Par ailleurs il convient d'ajouter que la création de la retenue du barrage de Sélingué (100 km en amont de Bamako) conduit à un soutien des débits d'étiage et à un étalement de la crue venant donc renforcer un peu ce raisonnement concernant strictement la disponibilité des ressources en eau.

Par ailleurs la très faible minéralisation de l'eau du Niger l'a, jusqu'à présent, fait considérer comme d'excellente qualité pour l'irrigation puisque sa minéralisation oscille entre 20 et 110 ppm entre la crue et la décrue.

#### 4. Conclusion

Dans ce milieu à climat sahélien, pour des raisons hydrographiques liées à l'histoire géologique, les plaines inondables du Delta Vif peuvent être opposées aux plaines alluviales asséchées du Delta Mort. "Tandis que le Macina inondé s'apparente à ce point de vue aux deltas typiques, celui du Nil par exemple, les provinces du Delta Mort : Kala, Kouroumari, etc... se présentent plutôt comme une succession de fonds lacustres que reliait et remplissait autrefois le fala de Molodo. Une pénélaine appuyée, sur un soubassement gréseux, général dans tout le delta, a été envahie en des temps recu-

lés, probablement à plusieurs reprises (coïncidant avec les transformations climatiques et les changements du régime du fleuve), par les eaux turbides descendues du Fouta Djallon, et colmatée à la longue. Dans les points bas régnaient des nappes d'eau permanentes : lacs de Siaguiné, Sokolo, Méma etc... (BELIME, 1940, p. 36).

Ainsi, l'aménagement des plaines inondables du Delta Vif passe par une protection contre les inondations, tandis que la mise en valeur des plaines asséchées du Delta Mort nécessite d'abord de revivifier d'anciens défluent pour amener l'eau indispensable aux cultures. Les dissemblances du milieu conduisent donc à une opposition des conceptions d'aménagement. Mais plutôt qu'étudier ces différences, il paraît plus intéressant dans chacun des cas de décrire et de discuter ces schémas de mise en valeur, d'en souligner les risques, les faiblesses et les possibilités d'évolution dans des directions plus satisfaisantes tant du point de vue de la production que des aspects humains.

### III. AMENAGEMENTS DES PLAINES INONDABLES DU DELTA VIF

En théorie, les aménagements de submersion contrôlée tentent d'améliorer les conditions de la riziculture traditionnelle.

#### 1. Une riziculture traditionnelle aléatoire

Pour les plaines inondables du delta intérieur vif du Niger, le système traditionnel de riziculture consiste à semer le riz en juillet, sur un labour réalisé à la main ou en traction attelée, soit en sec, soit dès que les pluies se sont installées. Jusqu'après le tallage le riz pousse avec la pluie. Ce n'est que fin août ou début septembre que la crue inonde peu à peu les plaines et prend le relais des pluies. La récolte se fait généralement en sec, après le retrait des eaux en novembre.

Il s'agit d'un système très aléatoire entièrement soumis aux caprices climatiques et hydrologiques. En effet, les risques sont nombreux :

##### a. risques de sécheresse :

- les pluies peuvent être trop tardives ou insuffisantes pour assurer la première phase de végétation
- si la crue est trop tardive le riz se dessèche avant l'arrivée de la submersion
- si la crue est trop faible, les rizières ne sont pas inondées et sont anéanties
- si la décrue est trop rapide le riz se dessèche avant la fructification ;

### *b. risques de noyade*

- si la crue est trop précoce, avant le tallage le riz est noyé ou mangé par les poissons rizophages
- si la montée de la crue est trop rapide le riz est inexorablement noyé
- si la décrue est trop tardive la récolte doit être effectuée dans l'eau.

On voit ici, à la fois, d'une part l'adaptation des systèmes de riziculture traditionnels au régime pluviométrique et hydrologique et d'autre part la dépendance quasi-totale aux aléas du même type.

### **2. Une réponse par trop incomplète : les aménagements de submersion contrôlée**

Pour répondre, au moins partiellement, à ces aléas de nombreux et vastes aménagements ont été réalisés. Ces aménagements de submersion contrôlée ou de type "génie rural" (GUILLAUME, 1960 ; GADELLE, 1985) comprennent :

- une digue périmétrale de protection contre les crues, plus ou moins installée sur les levées naturelles,
- un ouvrage de prise d'eau à vannes ou à batardeaux avec grille à poisson,
- un canal à fond plat et quelques canaux secondaires reliant les points bas et destinés à conduire l'eau dans les différents points de la plaine ainsi aménagée (cf. schéma).

Pour l'essentiel ces aménagements permettent de régler la date et le niveau d'admission de la crue et d'en ralentir la montée. S'ils permettent de parer aux risques de crue trop précoce ou trop rapide et très imparfaitement, au risque de décrue trop précoce, ils ne permettent pas de parer aux risques majeurs (pluie insuffisante, crue trop tardive). Finalement ces aménagements ne solutionnent pas les problèmes essentiels des pertes de récolte, c'est à dire les risques de sécheresse.

Un autre défaut est que pour des superficies aménagées très importantes, les surfaces réellement améliorées sont variables et généralement faibles. Il s'ensuit une augmentation très significative des prix de revient unitaires d'autant que la gestion des périmètres est confiée à des organismes dont les frais de fonctionnement sont très élevés (GADELLE, 1985). Aussi l'efficacité économique et l'intérêt pour la sécurisation des récoltes de ces aménagements est-il contestable et en tous cas limité dans l'état actuel.

### **3. Une solution souple et évolutive : la sécurisation totale d'une partie des périmètres**

#### *a. Riziculture*

Il s'agit pourtant d'une infrastructure primaire extrêmement utile à l'abri de laquelle il conviendrait de promouvoir de petits aménagements villageois de sécurisation basés sur un pompage d'appoint limité aux phases sensibles. A l'abri d'une petite digue secondaire de quelques dizaines de cm de haut (une grosse diguette) avec un petit ouvrage de prise branché sur des canaux, ces petits périmètres seraient irrigués, en phase critique, par pompage. Les pompes seraient faites directement dans le canal d'admission de l'eau dont l'ouvrage de prise devrait donc être ouvert dès le début de la crue. Ces canaux seraient éventuellement prolongés jusqu'à proximité immédiate du petit périmètre.

Les hauteurs de pompage étant somme toute toujours très modestes (1 à 2 mètres) les coûts seraient très limités. Ainsi si l'on estime à 3 000 m<sup>3</sup>/ha les besoins en eau complémentaire le coût de la sécurisation ne devrait pas dépasser 5 à 10 FCFA/m<sup>3</sup> soit 15 000 FCFA/ha soit environ l'équivalent de 150 kg de paddy pour une sécurisation totale.

En raison des hauteurs d'élévation de l'eau, le plus souvent inférieure à 1 m, une sécurisation quasi-totale pourrait être aussi assurée par la mise en œuvre de machines élévatoires à traction attelée du type sakkia égyptienne avec un prix de revient équivalent mais sans problème d'approvisionnement en carburant et en pièces détachées, le matériel étant fabriqué et par conséquent entretenu sur place.

En fonction des besoins croissants des populations locales ou des régions voisines, il sera aisé d'agrandir peu à peu ces périmètres sécurisés.

De plus, les terres un peu plus hautes actuellement inutilisées pourraient également faire l'objet d'aménagements irrigués de diversification par pompage. Dans ce cas il conviendrait de choisir des cultures de diversification, économes en eau telles que le mil, le sorgho, les niébé et autres légumineuses à cycle court. Il s'ensuivrait une augmentation sensible des superficies cultivables.

La mise en œuvre de ces périmètres sécurisés à l'intérieur des aménagements de submersion contrôlée doit être basée sur des études préalables (pédologie, topographie, ...) suffisamment fines. Elle s'appuiera sur une participation active des paysans tant pour la réalisation des travaux d'infrastructure que pour la gestion des périmètres sécurisés.

Les sources de financement existent (ONG, programme alimentaire mondial, ...) mais doivent être mobili-



sées dans ce sens au lieu d'être souvent dispersées sur des objectifs trop divers.

Il est à noter que ces propositions de sécurisation localisées et limitées pourraient être peu à peu généralisées. Elles ne remettent guère en question les infrastructures du système d'aménagement de submersion contrôlée qui seraient valorisées sans bouleversement technique ni social, en fonction des besoins et des aspirations réelles des paysans.

#### *b. Périmètres de contre-saison*

Des cultures de contre-saison peuvent également être tentées en profitant soit de l'eau superficielle stockée dans des canaux et des cuvettes basses soit des eaux des nappes phréatiques peu profondes.

#### *Utilisation des eaux superficielles*

D'une manière générale la crue se retire entre novembre et janvier et l'étiage est atteint fin avril. Au cours de cette période de décrue les défluent restant longtemps en eau sur certaines parties d'anciens bras surcreusés. Par ailleurs dans les périmètres de submersion contrôlée en fermant les ouvrages de la prise d'eau et de drainage, dès que le niveau de crue a suffisamment baissé pour permettre la récolte à pied sec des riz dressés, on pourrait stocker des volumes d'eau considérables.

Ainsi, à condition de bien choisir les lieux de pompage, grâce à la connaissance du milieu des paysans, il serait possible de pomper dans ces réserves pour pratiquer en contre-saison des cultures de diversification.

Si les consommations en eau trop importantes et les températures trop basses excluent la riziculture, par contre : cultures maraîchères, légumes secs (niébé, haricot), céréales adaptées au froid (blé, orge, maïs...) sont envisageables. A ce niveau, des problèmes de calendrier cultural, de relations paysans-éleveurs se posent et doivent être soigneusement étudiés. Cependant les superficies concernées, nécessairement limitées, laissent à penser que ces difficultés pourront être facilement résolues.

#### *Utilisation des eaux phréatiques peu profondes*

Les ressources en eau de cette région ne sont pas uniquement limitées aux eaux superficielles. En effet une nappe phréatique existe à faible profondeur dans des couches alluviales sableuses. On ne sait que peu de choses sur ces nappes : leur répartition géographique, leur profondeur, leurs débits. Au Niger les nappes des "dallols", ces vallées affluentes du Niger avec ou sans écoulement superficiel, sont exploitées par une multitude de puisards temporaires, et récemment, de puits bâtis et de forages. L'exhaure est assurée soit par puisage au seau, soit par pompage. Dans le delta le puisage

pourrait être assuré par les mêmes techniques et mieux par la vulgarisation des chadoufs ou de pompes à main ou bien de petites motopompes.

La mise en valeur de ces ressources pour l'instant méconnues nécessite la réalisation d'études convenablement menées :

- choix, installation et suivi de transect équipés de piézomètres à diverses profondeurs,
- réalisation et interprétation de petits essais de pompage sur des piézomètres convenablement dimensionnés.

### **IV. LA MISE EN VALEUR DU DELTA MORT. LES AMENAGEMENTS DE L'OFFICE DU NIGER**

Dans le Delta Mort, les aménagements constituent une véritable mise en valeur, puisque partant de vastes espaces à végétation de steppe arbustive peu productive exploitée par des troupeaux transhumants, elle conduit à créer une agriculture irriguée à haut potentiel de production végétale et alimentaire.

#### **1. Principe d'aménagement**

Le principe de mise en valeur de l'Office du Niger, dans le "Delta Mort" est de profiter de la pente générale vers le nord et de l'ancien réseau de défluent pour irriguer les vastes étendues de terres alluviales peu productives à l'état naturel en raison du climat sahélien semi-aride.

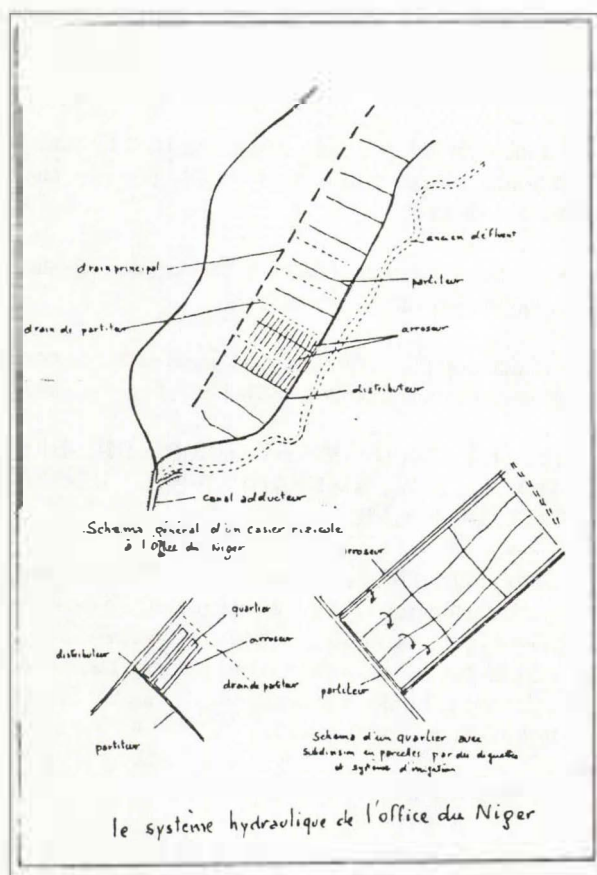
Pour cela un barrage a été édifié sur le Niger près de Markala (1947) (un peu en amont de l'ancien village traditionnel de Sansanding). Ce barrage permet d'élever le niveau du Niger jusqu'à la cote 300,5 m d'altitude.

En amont du barrage une prise d'eau a été aménagée et un canal adducteur a été creusé (8 km) puis subdivisé en deux branches dont l'une le **canal du Sahel** (25 km) rejoint l'ancien défluent de Molodo qui a été endigué jusqu'à Niono (63 km) en traversant la zone dite du Kala supérieur, puis jusqu'à Kourouma (64 km) en traversant la zone dite de Kala inférieur pour accéder enfin à la zone dite de Kouroumari.

#### **2. Le réseau d'irrigation**

Partant des canaux adducteurs le réseau d'irrigation proprement dit comprend :

- des **distributeurs** plus ou moins situés sur le tracé des anciens défluent ou plutôt sur leurs levées de berges qui, par conséquent, dominent les anciennes plaines d'inondation asséchées,
- des **partiteurs** (1 à 2 km de long) qui perpen-



diculairement aux distributeurs, traversent les plaines jusque vers les points bas,

- des arroseurs (6 à 800 m de long) disposés en principe de part et d'autre des partiteurs, c'est-à-dire suivant grossièrement les courbes de niveau.

En général chaque arroseur permet l'irrigation d'un quartier de 6 à 800 m (le long d'un arroseur) et de 2 à 400 m de large ; soit une superficie des quartiers de 12, 16 à 24 ha. Les quartiers sont divisés en bassins par des diguettes tracées suivant les courbes de niveau et laissant entre elles une dénivellation maximale de 10 à 15 cm (d'après GUILLAUME, 1960, p. 277).

#### a. La satisfaction des besoins globaux

La comparaison des besoins en eau mensuels de l'Office du Niger au débit utilisable du Niger avant et après la construction du barrage de Sélingué (situé en amont de Bamako) montre qu'avant Sélingué il existait un déficit en eau grave 2 années sur 10 de mars à fin mai, ne permettant guère d'envisager la pratique en grand d'une double culture de riz ou même la systématisation des préirrigations destinées à combattre l'enherbement. Il n'en est plus de même actuellement quoique des limites existent encore.

#### b. Les dysfonctionnements excédentaires

Au niveau des canaux partiteurs les études récentes ont montré que les débits sont le plus souvent très largement excédentaires. Les surplus doivent être évacués par un réseau d'assainissement déjà déficient. Aussi pour peu qu'une pluie importante survienne, et c'est la submersion plus ou moins importante pour plusieurs jours ou semaines avec toutes les conséquences prévisibles.

#### c. Les dysfonctionnements déficitaires

Les dysfonctionnements déficitaires seraient dûs :

- à des défauts de conception des aménagements : manque de sous-arroseurs conduisant à passer par une parcelle non utilisée pour arroser une rizière ; mise en eau non indépendante des partiteurs, leur alimentation se faisant de proche en proche de l'aval vers l'amont ; absence ou mauvaise réalisation des planages initiaux.
- à des défauts d'entretien liés : à la "dégradation plus ou moins avancée des ouvrages de régulation, des cavaliers des canaux, de leur profil même et des ouvrages de prise des arroseurs" ; au manque d'entretien du planage par les paysans entraînant la formation de buttes et de creux parfois spectaculaires soit du fait des labours, soit de celui de la nature des sols (vertisols).
- à une gestion de l'eau pour le moins approximative.

#### d. Une solution classique et très onéreuse : la réhabilitation complète

La maîtrise de l'eau est loin d'être assurée, tant s'en faut. Ce dysfonctionnement des aménagements se traduit par une difficulté d'irriguer et une difficulté d'évacuer les eaux excédentaires (cf. plus loin). Ces difficultés se matérialisent par le non-respect des calendriers culturels, la non-observation des règles culturelles, l'abandon d'une partie non négligeable des parcelles aménagées (18 000 ha en tout). En conséquence la production est médiocre : de 1934 à aujourd'hui, les rendements ont oscillé entre 1 200 et 1 600 kg/ha de paddy. Toutefois, ces moyennes cachent des disparités de rendement de 0,9 à plus de 3 t/ha.

Mais cette faible productivité n'est pas uniquement imputable à la conception et au fonctionnement défectueux, au vieillissement voire au sabotage du réseau (barrages sur les drains principaux pour irriguer les "hors-casiers") (cf. plus loin). Les facteurs économiques et sociaux ont une responsabilité considérable : sous équipement des paysans, faiblesse d'utilisation des intrants agricoles (ex : 700 tonnes d'engrais azotés pour 37 000 ha de cultures en riz en 1982/83), faible incitation à la production par les prix, disparités des moyens suivant les paysans, instabilité foncière des paysans n'incitant ni à l'investissement, ni à l'entretien de l'outil.



En conséquence, les aménagements de réhabilitation consistent à améliorer par des travaux de génie civil et autres le fonctionnement normal du système hydraulique ou à récupérer les terres envahies par les riz sauvages. Elles sont le plus souvent accompagnées par un encadrement technique et un soutien socio-économique des paysans. Il s'agit donc d'opérations très onéreuses (de l'ordre de 4 millions de FCFA/ha) (d'après Afrique Financement Agriculture décembre 1985) et qui ne peuvent donc pas être étendues à l'ensemble des casiers. En conséquence, il convient complémentaiement à des actions radicales de trouver des solutions pour les autres casiers.

*e. Un palliatif aux défauts du réseau d'irrigation : l'exhaure en traction attelée*

Concernant les problèmes d'irrigation proprement dits il nous semble intéressant de souligner que partant du réseau d'irrigation tel qu'il est (après correction des défauts de quelques ouvrages de régulation) il serait possible d'améliorer sensiblement les possibilités d'irrigation de quelques quartiers pour chaque partiteur en **faisant appel à l'exhaure par petites motopompes ou en traction attelée**. Pour cette dernière technique le matériel existe, il est éprouvé et utilisé quotidiennement en Egypte, et au Moyen Orient. Il s'agit des sakkias qui permettent à une paire de bœufs d'élever à 0,75 cm ou 1 m environ 600 m<sup>3</sup>/jour. Les investissements sont relativement très faibles, le matériel peut être fabriqué et par conséquent entretenu localement. Mais demander un tel effort aux paysans devrait être compensé par une baisse sensible des redevances et une sécurisation foncière. Au total la sécurisation de quelques quartiers par partiteur pourrait constituer une solution alternative à une partie des grands travaux de réhabilitation hydraulique du réseau d'irrigation. Le faible coût de ces techniques permettrait d'étendre à l'ensemble des casiers une sécurisation et une intensification des productions, ce qui est impossible, dans le cas des grands travaux, compte tenu de leurs coûts très élevés.

### 3. Le réseau d'assainissement

*a. Absence d'un réseau de drainage vrai*

"Au réseau d'irrigation vient se juxtaposer un réseau de drainage, **destiné à évacuer les excès d'eau de pluie ou d'irrigation** et à assurer la vidange des repères au moment de la récolte". (GUILLAUME 1960, p. 277).

**Il ne s'agit donc que d'un réseau d'assainissement ou d'évacuation des eaux libres superficielles ; il évacue les eaux excédentaires en dehors de l'aménagement.**

On a en effet jugé que le drainage vrai ne se justifiait

pas : "indispensable quand les nappes phréatiques sont peu profondes, c'est le cas de l'Egypte, surtout depuis la généralisation de l'irrigation pérenne qui a suivi le barrage d'Assouan, le drainage des périmètres portant des cultures arrosées est en général superfétatoire lorsque ces nappes se tiennent, comme dans le Kala et le Kouroumari à 30, 40 et 50 m au-dessous de la surface du sol..." (BELIME 1940, p. 160). L'espace était cependant laissé pour exécuter ces travaux de drainage.

C'était faire peu de cas de la remontée des nappes probable et par ailleurs prévue "Il est certain qu'avec le temps, l'eau d'infiltration dans le lit du canal du Sahel, des distributeurs et des partiteurs, voire celle de l'irrigation elle-même, provoquera la constitution d'une nappe reposant sur le grès sous-jacent". (BELIME 1940, p. 135).

En effet, les nappes sont maintenant subaffleurantes à l'endroit des périmètres irrigués. La charge ionique de ces eaux, associée à la concentration par évaporation des eaux d'irrigation conduit actuellement à une dégradation des sols.

*b. Le hors casiers*

Il convient d'ajouter à ces aménagements planifiés, des **périmètres sauvages**, officialisés sous le nom de "hors casiers", qui occupent des superficies considérables (ex : 50 % de la superficie du casier du Kouroumari, 10 à 20 % ailleurs). Ces terres sont irriguées à partir des caux de drainage en barrant par exemple (mais pas toujours) les drains.

On n'a pas tiré toutes les conséquences de ces "hors casiers" sur le plan agronomique. Il est tout à fait probable que ces "hors casiers" contribuent significativement à la dégradation des conditions agronomiques sur les aménagements officiels : inondations, remontées des nappes, sodisation des sols.

*c. Conséquences sur la fertilité des sols*

L'absence d'un réseau de drainage proprement dit, le réseau d'assainissement mal entretenu, voire saboté, la maîtrise très approximative de la distribution de l'eau (trop souvent excédentaire) a conduit à une remontée des nappes phréatiques qui sont affleurantes de fin août jusqu'à la récolte et ne s'abaisseraient guère en dessous de 1,5 m en fin de saison sèche.

Bien entendu, pour la riziculture cela ne semble pas, a priori, poser de problèmes majeurs, encore que l'engorgement de la totalité du profil ne facilite pas l'enracinement (d'où verse et problèmes d'arrachage des plants en récolte mécanisée).

Par contre, si l'on tient compte que pour les raisons invoquées plus haut cette nappe est, non seulement lé-



gèrement salée, mais plus encore très nettement sodique, on imagine les risques de stérilisation des sols par salinisation et surtout sodisation et alcalisation.

En effet des observations récentes montrent que les sols irrigués se dégradent rapidement par sodisation (fixation de sodium sur le complexe absorbant) et alcalisation (élévation du pH). Le phénomène a été identifié d'une part dans les rizières et d'autre part, d'une manière très alarmante sur le complexe sucrier de Dougabougou ; en moyenne le sodium échangeable a été multiplié par 2, le pH a augmenté de 1 unité, mais dépasse parfois 9,5 (TOUJAN 1980, BERTRAND 1985).

Il s'en suit une dispersion des argiles qui conduit à un effondrement de la structure du sol (4 fois moins d'agregats stables à l'eau) se traduisant par une compaction des sols et une diminution de 300 % de la perméabilité et de la porosité.

Sur le terrain on observe fréquemment des taches d'infertilité et localement des zones de sol à efflorescences salines (thénardite  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) et des taches étendues de sol à salant noir.

#### *d. Nécessité de la création d'un réseau de drainage*

En conséquence, les interventions exposées plus haut visant à améliorer le fonctionnement normal du réseau hydraulique, ne permettent pas de répondre au problème de la dégradation des sols par remontée des nappes, sodisation et alcalisation. Cette stérilisation des sols met en péril la survie à terme des casiers de l'Office du Niger et par suite des personnes qui en tirent leur subsistance.

Dans ces conditions il nous paraît utile ici de proposer que les aménagements de réhabilitation futurs s'orientent délibérément vers la création d'un véritable réseau de drainage des sols dont la conception et la mise en œuvre technique nécessitent la mise en chantier urgente d'un casier expérimental en vraie grandeur. Dans ce casier pilote (50 à 100 ha) il s'agirait d'étudier l'efficacité et les diverses modalités d'application des techniques de drainage (fossés, drains enterrés, profondeur, écartement, ...) et des amendements chimiques à appliquer pour restaurer la fertilité des sols déjà dégradés (nature, forme, doses, ...).

#### **4. Association agriculture élevage et conception des aménagements**

Concernant la fertilité et la fertilisation, on a vu plus haut que les intrants en engrais étaient très limités sinon symboliques. Sur le terrain à l'époque de la récolte nous avons remarqué que l'on ne récoltait que le sommet des pailles (de manière à limiter le travail de battage et le transport des gerbes). Les 2/3 des pailles res-

tent sur le champ où généralement elles sont brûlées avant la préparation des sols. Elles sont cependant partiellement pâturées par des troupeaux transhumants. Ces résidus de récolte pour leur majeure partie ne sont pas ramenés à la ferme où ils pourraient permettre (à condition d'enrichir la ration par de l'urée et simultanément par des sons et farines de rizerie), l'entretien de tout le bétail de traction attelée toute l'année et même permettre un petit élevage très rentable.

La faible utilisation voire la destruction de ces résidus de récolte constitue une faute agronomique grave.

En effet, outre les possibilités d'affouragement du bétail dans cette zone sahélienne où la pénurie de fourrages est presque la règle, ces résidus transformés en fumier pourraient régler au moins en partie les problèmes de fertilisation et de structure du sol (par le biais de la matière organique).

Comment peut-on expliquer cette absence de valorisation des résidus de récolte ?

Au milieu d'une foule de raisons, toutes plus valables les unes que les autres, j'insisterai sur deux faits d'ailleurs déjà soulignés par P. VIGUIER (1935, 1939, 1948) : la fabrication et l'utilisation de fumier nécessite des transports encombrants et onéreux. Elle suppose donc l'utilisation de charrettes. Or ces charrettes existent ici mais leur utilisation nécessite la présence de **chemins d'exploitation** jusqu'aux abords immédiats des champs. Ces chemins s'ils ont existé n'apparaissent ni sur les plans d'aménagement ni sur le terrain.

- Par ailleurs, pour avoir du fumier il faut avoir à la ferme ou au village des espaces pour stocker les pailles et des enclos pour garder les animaux. A ce titre on est frappé par l'exigüité des villages colons qui ne permet guère d'imaginer cela.

- La raison du gaspillage des résidus de récolte (les vents violents de mars à juin ont tôt fait d'enlever les cendres des pailles brûlées) et de leur non valorisation est due, pour l'essentiel, à une faute de conception des aménagements.

Aussi dans les futurs travaux d'aménagement de réhabilitation nous semble-t-il indispensable de prévoir la création de chemins d'exploitation. Cela paraît relativement facile dans la mesure où les travaux de curage des drains d'arroseur, de partiteur ou des canaux d'irrigation permettraient de disposer des matériaux qui, souvent accumulés à proximité immédiate des drains et canaux, finissent par y retomber. Leur étalement et leur compactage sous forme de chemin serait une solution inespérée.

Enfin à proximité des villages il conviendrait de sacri-

fier une partie du premier quartier pour permettre le stockage des pailles et la stabulation des animaux. Un assainissement, voire un léger remblayage, dans quelques cas particuliers, permettrait de se mettre à l'abri des inondations. Bien entendu cela ne doit pas se faire au détriment des potagers familiaux déjà trop exigus bien qu'il faille parfois envisager leur déplacement.

## 5. Une amorce d'extension spontanée des aménagements à canaliser

Sur le plan social et économique les "hors casiers" révelent à la fois un refus des conditions imposées aux paysans dans les aménagements officiels, une faim de terres et un dynamisme des populations. Il suffirait peut-être de canaliser ces actions "sauvages" pour augmenter dans des proportions considérables les superficies irriguées et drainées correctement :

- officialisation des "hors casiers" à condition que les paysans les aménagent suivant les plans qui existent sans doute dans les archives,
- création de nouveaux casiers, à l'initiative dirigée des paysans ou de groupements de paysans. Les charges de l'Etat se réduisant à la création des distributeurs, des partiteurs et des drains principaux (dont le coût serait récupéré par une taxe) et au contrôle de la conformité des points sensibles des aménagements,
- en contre partie les paysans deviendraient propriétaires à part entière de leurs aménagements tant au point de vue foncier que dans le choix des utilisations culturales et de commercialisation des récoltes.

## CONCLUSIONS

Dans un environnement sahélien les plaines inondables du Delta Vif du Niger peuvent être opposées aux plaines asséchées du Delta Mort. L'aménagement des premières passe obligatoirement par une protection contre les inondations tandis que la mise en valeur des secondes nécessite d'abord de revivifier d'anciens défluents en les canalisant pour irriguer les terres.

Dans le Delta Vif les aménagements de submersion contrôlée ne permettent pas de parer aux aléas majeurs de la riziculture traditionnelle car ils ne solutionnent pas les risques de sécheresse (pluie et/ou crue trop tardives ou trop faibles). Par contre, dans ces aménagements, le recours à l'exhaure (motorisée ou animale) localisée dans le temps et dans l'espace permettrait de sécuriser les récoltes, de diversifier les cultures et de pratiquer des cultures de contre-saison.

Dans le Delta Mort on corrige les défauts du système d'irrigation, initiaux ou acquis par manque d'entretien, par des aménagements de réhabilitation, très onéreux et par suite non généralisables. Ici encore le recours à l'ex-

haure animale sur des superficies limitées constitue une solution alternative généralisable.

Mais l'absence de réseau de drainage a conduit à une montée des nappes phréatiques et à une dégradation des sols par sodisation et alcalisation. Cela nécessite la création d'un réseau de drainage fonctionnel et la restauration de la fertilité des sols par des amendements minéraux, choses qui ne sont pas prévues par les aménagements de réhabilitation qui devront donc être réorientés.

Par ailleurs la faim de terres est telle dans la région qu'on pourrait envisager une augmentation importante des superficies irriguées par une participation limitée des pouvoirs publics et par une canalisation des initiatives des agriculteurs dans ce sens. Mais cela suppose une révision complète des relations agriculteurs-administration.

## BIBLIOGRAPHIE

ANONYME, 1960 - L'Office du Niger. Note de présentation technique 61 p. + 2 cartes.

AUBERT (G.), 1950 - Observations sur les sols de l'Office du Niger. Rapport ORSTOM, 20 p. 1 tabl.

BELIME (E.L.), 1921 - Les irrigations du Niger. Etudes et projets (mission BELIME 1919-1920). LAROSE Editeur, Paris, 166 p.

BELIME (E.L.), 1922 - La culture irriguée du coton dans la vallée du Niger. Texte de conférence. Bull. mens. Agence Economique Afrique Occidentale n° 2.

BELIME (E.L.), 1940 - Les travaux du Niger. Publication Office du Niger. Cartes et graphiques, 220 p.

BERTRAND (R.), 1981 - Sols salsodiques et cultures irriguées avec des eaux salines. Doc. IRAT, 35 p. 10 tabl.

BERTRAND (R.), 1974 - Les systèmes de paysage des plaines inondables du Delta Vif du Niger (Mali), une application de la cartographie morphopédologique en vue de l'aménagement hydro-agricole. Agr. Trop. vol. XXIX n° 2-3, p. 154-211.

BERTRAND (R.), 1985 - Sodisation et alcalisation des sols de l'Office du Niger. Rapport IRAT, 25 p. + annexes.

DABIN (B.), 1951 - Contribution à l'étude des sols du delta central nigérien. Agr. Trop. vol. VI n° 11-12, p. 604-635.

ERHART (H.), 1943 - Sur la nature et l'origine des sols du delta central nigérien. C.R. Ac. Sc., 217, p. 379-381.

EHRART (H.), 1943 - Sur les terres à nodules calcaires et pisolithes ferrugineux du delta central nigérien. C.R.

Ac. Sc., 217 p. 455-456.

GADELLE (F.), 1965 - La culture de submersion contrôlée. Expérience malienne. In Colloque Agri. et Conservation du Patrimoine Naturel dans les pays du Tiers Monde.

GALLAIS (J.), 1967 - Le delta intérieur du Niger et ses bordures. Etude géomorphologique. CNRS, 153 p., planches et cartes.

GALLAIS (J.), 1967 - Le delta intérieur du Niger. Etude de géographie régionale. MEM IFAN.

GUILLAUME (M.), 1960 - Les aménagements hydro-agricoles de riziculture et de culture de décrue dans la vallée du Niger :

1ère partie : p. 73 à 91, Agr. Trop. vol. XV n° 1

2ème et 3ème partie : p. 133 à 187, Agr. Trop. vol. XV n° 2

4ème partie : p. 273 à 319, Agr. Trop. vol. XV n° 3

5ème partie : p. 390 à 409, Agr. Trop. vol. XV n° 4

MICHEL (P.), 1969 - Les bassins des fleuves Sénégal et Gambie. Etude géomorphologique. Mem. ORSTOM 3 tomes + cartes.

SCHREYGER (E.), 1984 - L'Office du Niger au Mali. La problématique d'une grande entreprise agricole dans la zone du Sahel. Steiner et Wiesbaden 394 p.

Office du Niger, 1958 - Rapport sur le centre rizicole mécanisé de Molodo. Rapp. Office du Niger 19 p.

TOUJAN (M.), 1980 - Aménagement hydro-agricole dépendant du canal du Sahel. Evolution des sols irrigués. Rapport Off. Niger - SOGREHA, 16 p., tableaux et graphiques.

TRICART (J.), GUERRA DE MACEDO (N.), 1965 - Rapport de la mission de reconnaissance géomorphologique de la vallée moyenne du Niger. Mem. IFAN n° 72, 196 p.

VIGUIER (P.), 1939 - La riziculture indigène au Soudan français. LAROSE Edit., 131 p.

VIGUIER (P.), 1948 - Note sur le maintien de la fertilité des terres irriguées du delta central du Niger. Conférence Africaine des sols GOMA, p. 2040-2043.

VIGUIER (P.), 1948 - Notes sur les essais de vulgarisation d'une agriculture rationnelle au Soudan français. Conférence Africaine des sols, GOMA, p. 2257-2262.

VIGUIER (P.), Les techniques de l'agriculture indigène en Afrique Noire. Revue de Botanique appliquée p. 66-70.

VIGUIER (P.), Situation des terres irriguées de l'Office du Niger. Revue de Botanique Appliquée p. 460-470.

VIGUIER (P.), L'Afrique de l'ouest par un agriculteur. Problème de base en Afrique tropicale. La Maison Rus-tique Edit., 132 p.